

2/5

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平11-305055

(43)公開日 平成11年(1999)11月5日

(51)Int.Cl.⁶

G 0 2 B 6/13

識別記号

F I

G 0 2 B 6/12

M

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 5 頁)

(21)出願番号 特願平10-111961

(22)出願日 平成10年(1998)4月22日

(71)出願人 000005049

シャープ株式会社

大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号

(72)発明者 藤本 学

大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号

シャープ株式会社内

(74)代理人 弁理士 平木 祐輔

(54)【発明の名称】 光導波路の製造方法及び光導波路製造のためのマスク原板の製造方法

(57)【要約】

【課題】 樹脂の離形性を改良して均一なコア断面形状を得ることができ、導波光の透過率の低下やバラツキを少なくできる光導波路の製造方法を提供すること。

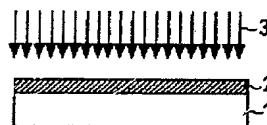
【解決手段】 レジスト膜2の表面に透明層4を形成して露光することにより、クラッド基板作製の金型10の元になるマスク原板Mの溝7の断面形状を、逆台形形状としたので、該マスク原板Mにより作製した金型10を使用して射出成形により前記クラッド基板12を作製すると、金型10に流し込んだ樹脂を変形させることなく容易に離形でき、離形時に発生しやすい溝やクラッド基板12自体の変形を防止することができる。



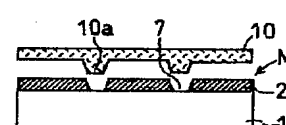
(a) フォトレジスト塗布



(e) フォトレジスト現像



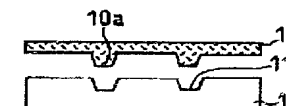
(b) フォトレジスト全面露光



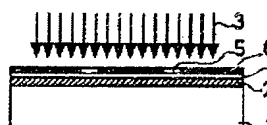
(f) めっきによる金型作製



(c) フォトレジスト表面透明層形成



(g) 射出成型によるクラッド基板作製



(d) パターニング露光

【特許請求の範囲】

【請求項1】 マスタ原板を作製する工程と、該マスタ原板に基づいて金型を作製する工程と、該金型に基づいてクラッド基板を作製する工程と、該クラッド基板に光導波路を作製する工程とを具備する光導波路の製造方法において、

前記マスタ原板を作製する工程は、マスタ基板にレジスト膜を塗布する工程と、該レジスト膜の表面に露光光が透過する透明層を形成する工程と、光導波路コア部のパターンを該透明層を介して露光してから、現像することにより、前記レジスト膜の溝側壁面部の傾斜角度が溝底部に対して90度以上をなす台形形状の溝を形成する工程と、を具備することを特徴とする光導波路の製造方法。

【請求項2】 前記透明層を形成する工程は、露光することにより前記レジスト膜の表面に透明層を形成する工程であることを特徴とする請求項1記載の光導波路の製造方法。

【請求項3】 前記透明層を形成する工程は、前記レジスト膜の上に水溶性の透明層を成膜する工程であることを特徴とする請求項1記載の光導波路の製造方法。

【請求項4】 マスタ基板にレジスト膜を塗布する工程と、該レジスト膜の表面に露光光が透過する透明層を形成する工程と、光導波路コア部のパターンを該透明層を介して露光してから、現像することにより、前記レジスト膜の溝側壁面部の傾斜角度が溝底部に対して90度以上をなす台形形状の溝を形成する工程と、を具備することを特徴とする光導波路製造のためのマスタ原板の製造方法。

【請求項5】 前記透明層を形成する工程は、露光することにより前記レジスト膜の表面に透明層を形成する工程であることを特徴とする請求項4記載の光導波路製造のためのマスタ原板の製造方法。

【請求項6】 前記透明層を形成する工程は、前記レジスト膜の上に水溶性の透明層を成膜する工程であることを特徴とする請求項4記載の光導波路製造のためのマスタ原板の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、原稿読み取り光学系等に使用されるイメージセンサ、光通信部品、又は光ディスクピックアップ内光学部品等に用いられる光導波路の製造方法、及びそのためのマスタ原板の製造方法に関する。

【0002】

【従来の技術】ポリマー材料を用いた高分子光導波路は、無機材料を用いたものに比べて低コストで量産が可能であるため、様々な製造方法の開発が進められている。その1つとして、微細な溝が表面に形成された高分子クラッド基板を用意し、硬化させると基板よりも屈折

率が高くなるコア材料をモノマー状態で溝の中にだけ注入した後、重合・硬化させる手順で構成されるポリマー光導波路の製造方法が知られている。この製造方法では、例えば導波路基板が大面積で、なおかつ導波路のパターンが複雑で密に詰まっているような場合であっても、溝を形成した基板を、同じ形状の金型を用いた射出成形等の方法で作製することで低コストで大量生産が可能となり、低価格の高分子光導波路を製造することができる。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】上記従来技術は、表面に微細な溝を有するクラッド基板を作製するプロセスに以下のような問題があった。従来技術のプロセスでは、溝を表面に形成したクラッド基板を射出成形等の金型を用いる方法で作製する場合に、金型に流し込んだ樹脂を変形させることなく離形することが困難である。特に、溝が広い面積に密に詰まった導波路パターンを作製する際には大きな問題となり、離形時にクラッド基板の溝やクラッド基板自体の変形を招くことがあった。

【0004】かかる変形が生じてしまうと、溝の外にもコア材料が存在するようになったり、溝の中のコア材料の充填率バラツキが増大する現象が発生し、導波光の透過率の低下やバラツキ、コア間のクロストークの増大、光導波路素子形状が歪むことによる他の素子との結合損失等の原因にもなる。前記の課題の解決のためには、成形時の樹脂の離形が容易な溝構造を持つ金型（スタンパ）を得ることが必要である。そして、金型の形状は、マスタ原板の形状を忠実に転写して作製されるので、このマスタ原板の形状を改善することが必要となる。

【0005】従来のマスタ原板は、図3（b）に示すように、その溝7の断面形状が正方形又は長方形であり、レジスト面の難溶化層等の原因により、溝上部にひさし20が発生するすることがある。このようなひさし20があると、このようなマスタ原板Mを元に作製した金型を用いた成形において、金型に流し込んだ樹脂を離形する際に樹脂が受ける抵抗が増加し、離形がより困難となる。本発明は上述の点に着目してなされたもので、マスタ原板の樹脂の離形性を改良することにより、均一なコア断面形状を得ることができ、導波光の透過率の低下やバラツキを少なくできる光導波路の製造方法を提供することを目的とする。

【0006】

【課題を解決するための手段】前記の課題を解決するべく、本発明の光導波路の製造方法は、マスタ原板を作製する工程と、該マスタ原板に基づいて金型を作製する工程と、該クラッド基板に光導波路を作製する工程とを具備する方法であって、前記マスタ原板を作製する工程は、マスタ基板にレジスト膜を塗布する工程と、該レジスト膜の表面に露光光が透過する透明層を形成する工程と、

10

20

30

40

50

光導波路コア部のパターンを該透明層を介して露光してから、現像することにより、前記レジスト膜の溝側壁面部の傾斜角度が溝底部に対して90度以上をなす台形形状の溝を形成する工程と、を具備する方法である。

【0007】また、前記透明層を形成する工程は、露光することにより前記レジスト膜の表面に透明層を形成する工程であることにより、新たに成膜することなくフォトレジスト膜とフォトマスク膜との微小間隔を均一にすることができる。さらに、前記透明層を形成する工程は、前記レジスト膜の上に水溶性の透明層を成膜する工程であることにより、この透明層は、現像・リンス時に容易に除去され、金型作製工程に影響を与えることはない。また、本発明のマスタ基板の製造方法は、マスタ基板にレジスト膜を塗布する工程と、該レジスト膜の表面に露光光が透過する透明層を形成する工程と、光導波路コア部のパターンを該透明層を介して露光してから、現像することにより、前記レジスト膜の溝側壁面部の傾斜角度が溝底部に対して90度以上をなす台形形状の溝を形成する工程と、を具備する方法である。

【0008】

【発明の実施の形態】以下、本発明の一実施の形態に係わる高分子光導波路の製造方法を図面を参照して説明する。まず、図1により、微細な溝を表面に設けた高分子クラッド基板の作製法について説明する。最初に、図1(a)において、ポジ型フォトレジスト膜2をガラス基板1上にスピンコート法で塗布する。次に、図1(b)において、フォトレジスト膜2の表面全面を紫外線3で露光する。これにより、図1(c)に示すように、フォトレジスト膜2の表面に露光紫外線3に対して透過率の高い透明層4が形成される。次に、図1(d)において、導波路コアに相当する部分に窓5の開いたフォトマスク6をフォトレジスト膜2の表面に密着させて紫外線3でパターンニング露光する。

【0009】これを現像及びリンスすることにより、図1(e)に示すように、導波路のコアに相当する断面部分が溝7になっているパターンがフォトレジスト膜2に転写される。このとき、フォトレジスト膜2の表面には透明層4が形成されているため、フォトマスク6を通した露光はフォトマスク6とフォトレジスト膜2の間に一定のギャップの空いたプロキシミティ露光となる。その結果、フォトマスク6通過後の露光紫外線3の回折により、溝7の断面形状は、図3(a)に示すように、溝底面7aに対する溝側壁面7bの傾斜角度 θ が90度以上の形状、すなわち、溝底面7aから表面にいくに従って溝幅 t の広がる台形形状となっている。これは、溝7の断面形状が、正方形や長方形であるよりも、樹脂の離形性が良好になるための配慮である。

【0010】図1(f)において、このレジストパターンをマスタ基板Mとして、メッキにより金型10を作製する。この金型10はマスタ基板Mの溝7に対応した凸

部10aが形成されている。そして、この金型10を使用して射出成形法によって、図1(g)のように溝11のある構造が表面に形成された高分子クラッド基板12を作製する。このクラッド基板12の溝11はマスタ基板Mの溝7を転写した形状となっている。次に、上記クラッド基板12を用いた高分子光導波路の作製方法について、図2により説明する。

【0011】図2(a)において、前工程で微細な溝11が形成されたクラッド基板12の表面にモノマー状態のコア材料13を滴下し、これをスキージゴム14を用いて掃き取り、溝11の中だけにコア材料を充填する(図2(b))。コア材料13の充填後、図2(c)に示すように、紫外線3をクラッド基板12表面全体に照射してコア材料13を重合させる。コア材料13の硬化後、図2(d)に示すように、モノマー状態のクラッド材料15を上記クラッド基板12表面に塗布する。このクラッド材料15を接着材として補強基板16を貼り付けて、紫外線3照射によりクラッド層15を硬化させて補強基板16を接着する(図2(e))。このようにして埋め込み型の高分子光導波路が作製される。

【0012】

【実施例】以下、実施例により本発明を具体的に説明する。

【実施例1】図1(a)において、膜厚が9.6 μ mのポジ型フォトレジスト膜2をガラス基板1上にスピンコート法で塗布した。次に、図1(b)において、フォトレジスト膜2の表面全面を紫外線3で露光した。露光量は、365nmの波長において20mJ/cm²であった。これにより、図1(c)に示すように、フォトレジスト膜2の表面に露光紫外線3に対して透過率の高い透明層4が形成された。次に、図1(d)のように幅8 μ mの窓5の開いたフォトマスク6をフォトレジスト膜2の表面に密着させて紫外線3でパターンニング露光した。このときの露光量は波長365nmの波長において170mJ/cm²とした。

【0013】これを現像及びリンスすることにより、図1(e)に示すように、導波路のコアに相当する断面部分が、幅8.5 μ m、深さ8 μ mの溝7になっているパターンがフォトレジスト膜2に転写された。現像の際に除去された表面透明層4の厚さは1.6 μ mであり、傾斜角度 θ は102度であった。また、溝7の上部にひさし構造は見られなかった。隣り合う溝7の間隔は14 μ mであった。

【0014】このレジストパターンをマスタ基板Mとして、図1(f)のようにメッキにより金型10を作製した。この金型10を使用し、PMMA(polymethylmethacrylate)材料を用いた射出成形法によって、図1

(g)のように、幅8.5 μ m、深さ8 μ mの溝11のある構造がその表面に形成された高分子クラッド基板12を作製した。射出成形離形時に基板の歪みは発生しな

かった。次に、図 2 (a) において、微細な溝 11 を形成したクラッド基板 12 の表面にモノマー状態のコア材料 13 を滴下し、これをスキージゴム 14 を用いて掃き取り、溝 11 の中だけにコア材料を充填した。

【0015】コア材料 13 には、紫外線硬化樹脂であるサマーズオプティカル社の J-91 を用いた。コア材料充填後、紫外線 3 をクラッド基板 12 表面全体に照射してコア材料 13 を重合させ (図 2 (c))、コア材料 13 の硬化後、モノマー状態のクラッド材料 15 を上記クラッド基板 12 表面に塗布した (図 2 (d))。これを接着材として PMMA 基板を補強材 16 として貼り付けて、紫外線 3 照射によりクラッド層 15 を硬化させて基板 16 を接着した (図 2 (e))。クラッド材料 15 にはサマーズオプティカル社の SK9 を用いた。このようにして埋め込み型の高分子光導波路を作製した。この光導波路に、波長 532 nm のレーザを入射させて、入射、出射損失を測定したところ、コア間のクロストークなしで 0.1 dB/cm と良好な特性を得ることができた。また、コア間の透過損失バラツキも 1% 以内に抑えることができた。

【0016】〔実施例 2〕図 1 (a) におけるフォトレジスト膜 2 の膜厚を 10.4 μm 、図 1 (b) における全面露光の照射量を 30 mJ/cm² とし、レジスト表面層の厚さを実施例 1 より増加させた。この結果、導波路のコアに相当する断面部分において、傾斜角度 θ が 11.0 度となった。そして溝の幅は 8.5 μm 、深さは 8 μm の形状がフォトレジスト膜 2 に転写され、溝上部にひさし構造は見られなかった。この光導波路に波長 532 nm のレーザを入射させて、入射、出射損失を除いた透過損失を測定したところ、コア間のクロストークなしで、0.1 dB/cm と良好な特性を得ることができた。また、コア間の透過損失バラツキも、1% 以内に抑えることができた。

【0017】上記の各実施例においては、フォトレジスト膜 2 表面の透明層 4 の形成に露光紫外線 3 の短時間全面露光を用いたが、この方法に限定されない。例えば、水溶性の透明ポリマー層を、レジストスピンコート、ブリーク後にレジスト表面に成膜してもよい。この場合、透明層は、現像・リンス時に容易に除去され、金型 10 作製工程に影響を与えることはない。

【0018】また、これらの場合、透明層 4 の厚さを変える方法としても、スピンコート塗布法におけるスピン回転数の制御、ディッピング塗布法におけるディッピング条件の制御等があり、容易に透明層 4 の厚さを制御することが可能である。また、上記実施例では、光導波路*

* 作製方法として、スキージ 14 を用いた余分コア材料の掃き取り方法を用いたが、これに限定するものではない。例えば、表面に溝を持った高分子クラッド基板表面にコア材料を滴下した後、上部クラッド基板を圧力をかけて貼り合わせ、余分なコア材料を除去した後、コア材料を硬化させる方法でもよい。あるいは、ディスペンサを用いて溝の中だけにコア材料を注入する方法でもよい。

【0019】

【発明の効果】以上、詳述したように、本発明によれば、レジスト膜の表面に透明層を形成して露光することにより、クラッド基板作製の金型の元になるマスタ原板の溝の断面形状を、逆台形形状としたので、該マスタ原板により作製した金型を使用して射出成形により前記クラッド基板を作製すると、金型に流し込んだ樹脂を変形させることなく容易に離形でき、離形時に発生しやすい溝やクラッド基板自体の変形を防止することができる。このように、離形時のクラッド基板変形により発生する溝やクラッド基板自体の変形を防ぐことにより、導波路のパターン形状やその面積の大小に関係なく、パターン全面にわたって再現性よく、均一なコア断面形状を得ることができる。また、離形時に発生する変形によるコア材料掃き残しの増大、導波光の透過率の低下やそのバラツキの増大も防ぐことができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明の一実施の形態の光導波路の製造方法を示すもので、クラッド基板の製造工程図である。

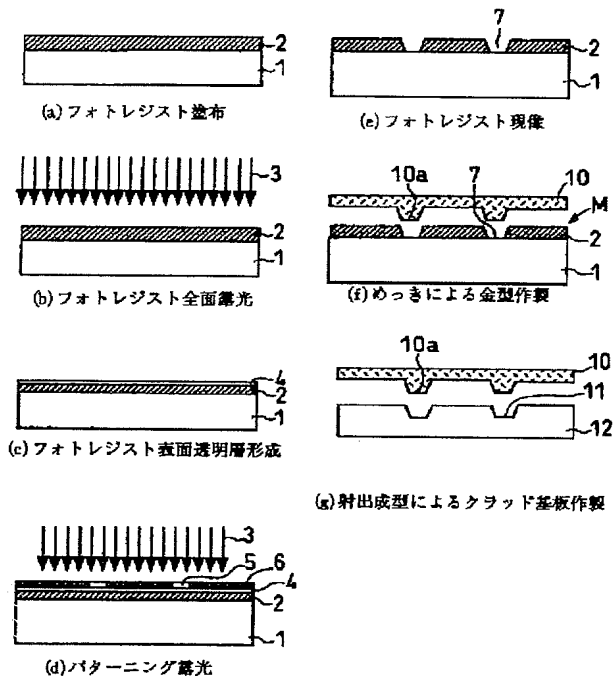
【図 2】本発明の一実施の形態の光導波路の製造方法を示すもので、光導波路の製造工程図である。

【図 3】マスタ原板の溝形状を示す断面図で、(a) は本発明のもの、(b) は従来のものを示している。

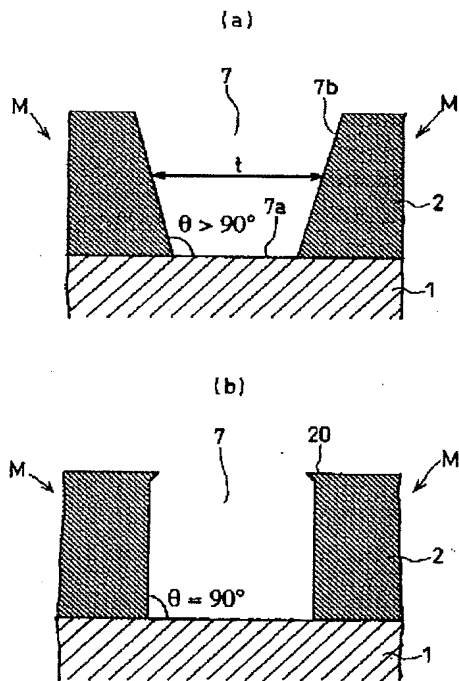
【符号の説明】

- 1 ガラス基板
- 2 レジスト膜
- 4 透明層
- 6 フォトマスク
- 7 溝
- 7 a 溝底面
- 7 b 溝側壁面
- 10 金型
- 11 クラッド基板の溝
- 12 クラッド基板
- θ 傾斜角度
- M マスタ原板

【図1】



【図3】



【図2】

